

**Contact free speed or position detector for ferromagnetic generator part**

Patent Number: DE19630108  
Publication date: 1998-01-29  
Inventor(s): CLEMENS WOLFGANG DR (DE); SCHELTER WOLFGANG DR (DE); PARET CORINNE (FR); PARENTE EMILIO (FR)  
Applicant(s): SIEMENS AG (DE); SIEMENS AUTOMOTIVE SA (FR)  
Requested Patent: ☒ DE19630108  
Application Number: DE19961030108 19960725  
Priority Number(s): DE19961030108 19960725  
IPC Classification: G01P3/488; G01B7/30; G01D5/22  
EC Classification: G01P3/488, G01D5/16B2  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

The arrangement detects the rotation rate or speed or the position of a generator part (1) provided with teeth (2) and gaps. The generator part is rotatable about an axis (8) or is linearly movable. It is made of ferromagnetic material. The device has at least one fixed sensor (3). This has at least one giant magneto-resistive element with at least one magnetic bias layer and at least one weakly magnetic measuring layer. The layers of the magneto-resistive element lie in layer planes parallel to the direction of movement (5) of the generator part relative to the sensor. Permanent magnets (4) are arranged on the side of the sensor furthest from the generator part. The field lines of the permanent magnet run through the sensor to the teeth and gaps of the generator part.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nl ungsschrift  
⑩ DE 196 30 108 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
G 01 P 3/488  
G 01 B 7/30  
G 01 D 5/22

②1 Aktenzeichen: 198 30 108.4  
②2 Anmeldetag: 25. 7. 98  
④3 Offenlegungstag: 29. 1. 98

DE 196 30 108 A 1

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE; Siemens  
Automotive S.A., Toulouse, FR  
⑦4 Vertreter:  
Fuchs, F., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 81541 München

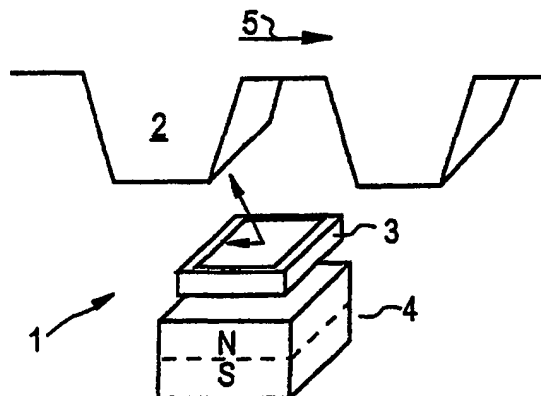
⑦2 Erfinder:  
Schelter, Wolfgang, Dr., 91080 Uttenreuth, DE;  
Clemens, Wolfgang, Dr., 90817 Puschendorf, DE;  
Parente, Emilio, Toulouse, FR; Paret, Corinne,  
Toulouse, FR

⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 44 27 495 A1  
DE 44 07 585 A1  
DE 43 01 704 A1  
DE 41 09 531 A1  
US 53 59 287

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Einrichtung zur berührungslosen Erfassung der Geschwindigkeit oder Position eines ferromagnetischen Geberteils

⑤7 Anordnung zur berührungslosen Erfassung der Drehzahl bzw. Geschwindigkeit oder der Position eines mit Zähnen (2) und Lücken versehenen, um eine Achse (8) drehbaren oder linear verschiebbaren Geberteils (1) aus ferromagnetischem Material, mit wenigstens einem GMR-Sensor, bestehend aus einem oder mehreren GMR-Elementen oder Brückenschaltungen, und mit einem auf der dem Geberteil abgewandten Seite des Sensors angeordneten Permanentmagneten (4), dessen Feldlinien durch den Sensor zu den Zähnen und Lücken des Geberteils verlaufen.



DE 196 30 108 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur berührungslosen Erfassung der Geschwindigkeit oder Position eines ferromagnetischen Geberteils gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

Eine Einrichtung zur berührungslosen Erfassung der Geschwindigkeit eines ferromagnetischen Zahnradgebers mittels eines Hallsensors oder eines magnetoresistiven Sensors ist aus der US 3,636,767 bekannt.

Hallelemente und magnetoresistive Elemente messen die Feldstärke eines angelegten Magnetfeldes. Zur Ermittlung der Drehzahl oder des Drehwinkels einer Welle wird die Feldstärke eines den Sensor durchdringenden Magnetfeldes durch die Zähne und Lücken eines ferromagnetischen Zahnradgebers variiert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Erfassung der Drehzahl oder des Drehwinkels eines ferromagnetischen Geberteils zu schaffen, die eine weniger genaue Justierung des Sensorelements gegenüber dem Geberteil als bei Hall- oder magnetoresistiven Sensoren zuläßt und trotzdem eine größere Empfindlichkeit aufweist als diese.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Diese Lösung hat den Vorteil, daß GMR-Sensoren (GMR: Giant Magneto-Resistive) gegenüber Hall- oder magnetoresistiven Sensoren eine wesentlich größere Empfindlichkeit für das Meßsignal aufweisen und deshalb ein wenigstens doppelt so großer Abstand (bis etwa 20 mm) zwischen Sensor und Geberteil möglich ist und auch größere Magnetfelder eingesetzt werden können.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Drei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im folgenden unter Bezugnahme auf die schematische Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel mit einem GMR-Sensor und einem Geberteil mit einem Zahnrad;

Fig. 2 ein mit zusätzlichen Elementen versehenes Ausführungsbeispiel nach Fig. 1;

Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel mit einem GMR-Sensor und einem Geberteil mit zwei Zahnradern in verschiedenen Ansichten, und

Fig. 4 ein drittes Ausführungsbeispiel mit zwei GMR-Sensoren und einem Geberteil mit einem Zahnrad.

Gleiche Elemente sind figurenübergreifend mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel eines Drehzahlgebers nach der Erfindung dargestellt. Den Zähnen eines ferromagnetischen, als drehbares Zahnrad ausgebildeten Geberteils 1, von dem nur zwei Zähne 2 dargestellt sind, steht stirnseitig ein feststehender Sensor 3 mit einem GMR-Element gegenüber, an dessen dem Geberteil 1 abgewandter Seite ein Permanentmagnet 4 angeordnet ist.

GMR-Elemente sind Mehrschichtsysteme, die wenigstens eine hartmagnetische Blasschicht beinhalten, durch deren Magnetisierungsrichtung eine Bezugsrichtung vorgegeben ist, und die wenigstens eine weichmagnetische Meßschicht beinhalten, deren Magnetisierungsrichtung sich nach einem extern angelegten Magnetfeld (bzw. deren Projektion auf die Meßschicht, in Fig. 1 durch Pfeile angedeutet) ausrichtet. Der Widerstand des GMR-Elements hängt von der relativen Orientierung der Magnetisierungen dieser beiden Schichten ab.

Um ein signifikantes Sensorsignal eines Geschwindigkeits- oder Positionsgebers zu erhalten, ist demnach beim Vorbeilauf der Zähne und Lücken des Geberteils 1 am Sensor 3 — die Bewegungsrichtung ist als Pfeil 5 angedeutet — eine möglichst große Variation der Magnetisierungsrichtung des angelegten Magnetfeldes in der Meßschicht, d. h., seines in die Ebene der Meßschicht projizierten Feldvektors, anzustreben. Die dadurch hervorgerufene Widerstandsänderung des Sensors kann man dazu benutzen, die Richtung des angelegten Magnetfeldes zu bestimmen. Auf diese Weise ist die Drehzahl bzw. die Position des Geberteils 1 oder einer mit ihm verbundenen Welle zu ermitteln.

Während einer Periode des Geberteils (ein Zahn 2 und eine Lücke) durchläuft der Sensor einmal seine Kennlinie ganz oder teilweise. Sein Ausgangssignal kann beispielsweise durch einen Schmitt-Trigger digitalisiert werden. Durch Abzählen der Perioden des Sensorsignals kann die relative Position des Zahnradgebers bestimmt werden. Ist ein Zahn oder eine Lücke (beispielsweise durch Verbreiterung) auf dem Geberteil markiert, kann man die Position relativ zu dieser Markierung, also die absolute Drehposition eines Zahnradgebers bzw. der Achse, auf der er angeordnet ist, bestimmen. Durch analoge Auswertung der Kennlinien ist auch eine noch genauere Auflösung der Position möglich. Mit entsprechender elektronischer Auswertung des Sensorsignals ist auch sog. "Power-On" möglich, d. h., eine Erkennung der Sensorposition relativ zu einem Zahn oder einer Lücke beim Einschalten der Stromversorgung bei Stillstand des Geberteils.

Um die volle Amplitude der Sensorkennlinie zu durchlaufen, muß die weichmagnetische Schicht des GMR-Sensors vollständig magnetisch gesättigt sein. Dazu muß die magnetische Feldstärke (ihre Projektion) in der Ebene des Sensors die Sättigungsfeldstärke überschreiten. Für niedrige Feldstärken ist die Amplitude der Kennlinie entsprechend kleiner.

Um eine möglichst große Amplitude der Sensorkennlinie zu erreichen, kann die weichmagnetische Meßschicht im Sensor durch Auswahl der Materialien (z. B. Fe, Co, Ni oder Verbindungen hieraus oder mit anderen Metallen) oder durch Aufbau der Schichten (Herstellungsbedingungen, Schichtenfolge, Strukturierung) so verändert werden, daß sie eine möglichst geringe Koerzitivfeldstärke aufweist, d. h., magnetisch möglichst weich ist.

Um die Projektion des Magnetfeldes in der Meßschichtebene zu vergrößern, können in der Bewegungsrichtung des Geberteils 1 vor und/oder hinter dem GMR-Sensor 3 ferromagnetische Flußführungsstücke 6 und 7 angeordnet werden (Fig. 2).

Wenn ein Zahn 2 des ferromagnetischen Geberteils 1 in die Nähe eines dieser Joche 6, 7 gelangt, so verläuft ein Großteil des Magnetflusses durch dieses Joch zum Zahn. Dadurch werden die durch Pfeile angedeuteten Feldlinien des Magneten 4 so gekrümmt, daß sie fast vollständig in der Schichtebene des Sensors 3 liegen und die Projektion des Magnetfeldes möglichst groß ist. Dadurch läßt sich die Amplitude der Sensorkennlinie erhöhen und über einen bestimmten Abstandsbereich zwischen Sensor und Zahnradgeber nahezu konstant halten, solange diese Projektion größer ist als die Sättigungsfeldstärke der weichmagnetischen Schicht im Sensor.

Um die Projektion des Magnetfeldes in der Meßschichtebene zu vergrößern, kann der Sensor zwischen den Zähnen 21, 22 zweier auf einer Welle 8 angeordnete

ten und um einen bestimmten Betrag gegeneinander versetzter Zahnräder 1a und 1b des Geberteils angeordnet sein, wie in den Fig. 3a, 3b, 3c dargestellt.

Ein differentieller Aufbau wenigstens zweier Sensoren 3a und 3b, in einer normal zum Radius des Geberteils 1 verlaufenden Ebene in Bewegungsrichtung 5 des Geberteils hintereinander angeordnet, Fig. 4, kann zu einem besseren, rauschfreieren Sensorsignal führen.

Anstelle von Zahnradgebern kann auch jede andere Aufeinanderfolge von ferromagnetischen und nicht ferromagnetischen Teilen vorgesehen sein, z. B. Lochblech oder Wellblech. Die Anordnung der ferromagnetischen und nicht ferromagnetischen Abschnitte muß auch nicht periodisch sein und nicht um eine Achse rotieren, sie kann vielmehr auch linear als Längenmaßstab angeordnet sein. Anstelle einzelner Sensoren können auch Brückenanordnungen vorgesehen sein.

Zur genauen Positionsbestimmung oder zur Ermittlung der Dreh- oder Bewegungsrichtung eines ferromagnetischen Gebers können mehrere GMR-Sensoren oder Brückenanordnungen so miteinander kombiniert werden, daß die Magnetisierungsrichtungen der magnetisch harten Blasschichten in verschiedene Richtungen weisen, beispielsweise normal zueinander sind. Es können auch mehrere Sensoren oder Sensoranordnungen in bestimmten Winkeln um einen Zahnradgeber verteilt angeordnet sein oder in bestimmtem Abstand linear voneinander entfernt sein.

#### Patentansprüche

1. Anordnung zur berührungsfreien Erfassung der Drehzahl bzw. Geschwindigkeit oder der Position eines mit Zähnen (2) und Lücken versehenen, um eine Achse (8) drehbaren oder linear verschiebbaren Geberteils (1) aus ferromagnetischem Material, mit wenigstens einem feststehenden Sensor (3), der wenigstens ein GMR-Element mit wenigstens einer hartmagnetischen Blasschicht und wenigstens einer weichmagnetischen Meßschicht enthält, dessen magnetische Schichten in zu der auf den Sensor bezogenen Bewegungsrichtung (5) des Geberteils (1) parallelen Schichtebenen liegen, und mit einem auf der dem Geberteil abgewandten Seite des Sensors angeordneten Permanentmagneten (4), dessen Feldlinien durch den Sensor zu den Zähnen und Lücken des Geberteils verlaufen.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Schichtebene, in Bewegungsrichtung (5) des Geberteils vor oder hinter dem Sensor (3) angeordnete ferromagnetische Flußführungsstücke (6, 7) vorgesehen sind.

3. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Geberteil (1) aus zwei parallel zueinander derart angeordneten Zahnrädern (1a, 1b) oder Zahnstangen besteht, daß jeweils einem Zahn (21, 22) des einen Zahnrades (1a, 1b) oder der einen Zahnstange eine Lücke des anderen Zahnrades oder der anderen Zahnstange gegenübersteht, und daß der Sensor (3) zwischen diesen beiden Zahnrädern oder Zahnstangen derart angeordnet ist, daß seine Schichtebene die Zahnräder (1a, 1b) im Bereich deren Kopfkreise oder die Zahnstangen im Bereich deren Kopflinien durchdringt.

4. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (3) als Differentialsensor mit zwei in Bewegungsrichtung (5) des Geberteils

(1) hintereinander angeordneten GMR-Elementen (3a, 3b) ausgebildet ist.

5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß jedes GMR-Element des Sensors (3) durch eine Brückenschaltung von GMR-Elementen ersetzt ist.

6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die hartmagnetischen Blasschichten der GMR-Elemente oder deren Brückenschaltungen des Sensors (3) in verschiedene Richtungen weisen.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

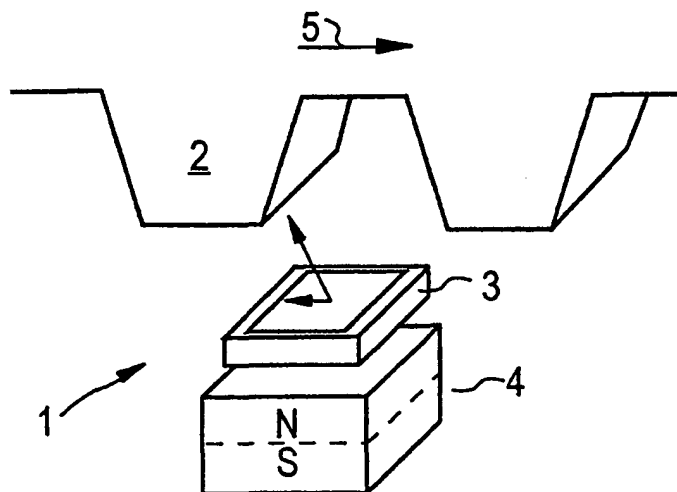


FIG 2

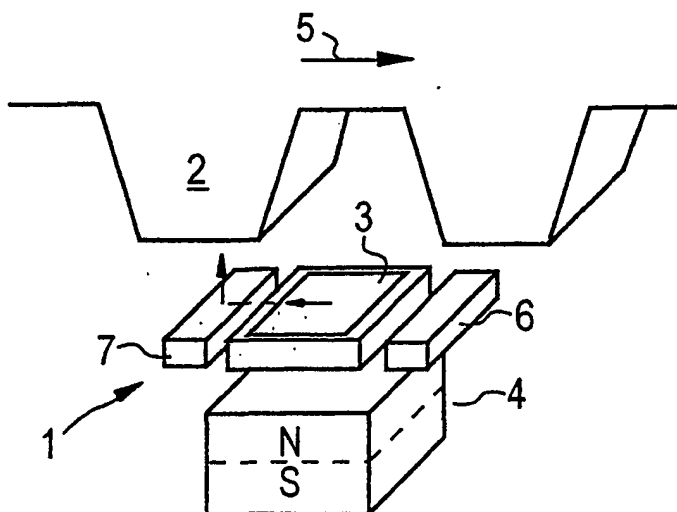


FIG 3a

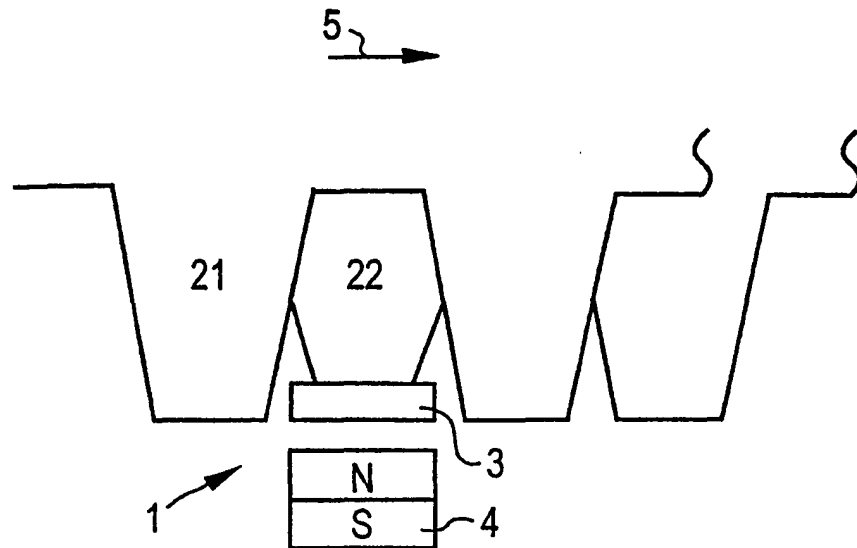


FIG 4

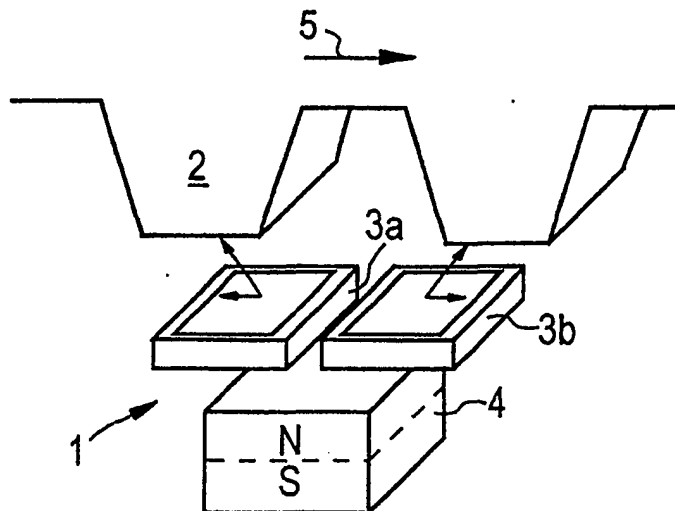


FIG 3b

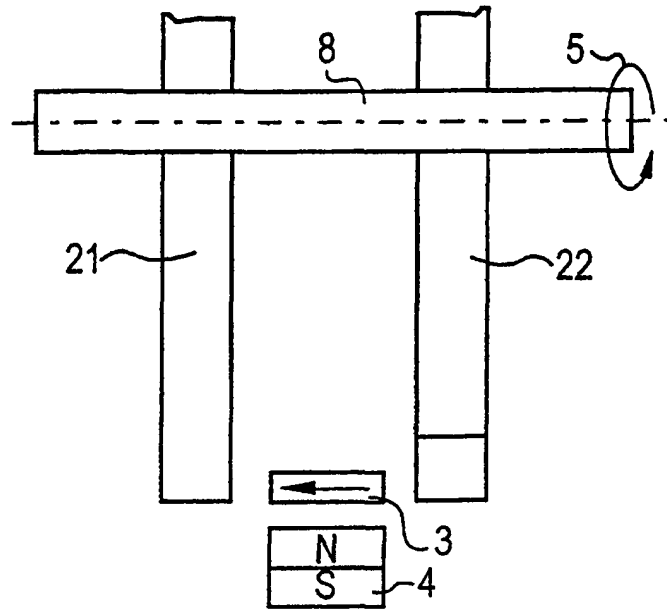


FIG 3c

